



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07206583 A**(43) Date of publication of application: **08 . 08 . 95**

(51) Int. Cl

**C30B 15/36**  
**C30B 13/34**  
**C30B 29/06**  
**// H01L 21/208**

(21) Application number: **06013203**(22) Date of filing: **11 . 01 . 94**(71) Applicant: **KOMATSU ELECTRON METALS  
CO LTD**(72) Inventor: **TSURUTA TAKUYA  
IMAI MASATO****(54) GROWTH OF IMPURITY-CONTAINING SILICON  
SINGLE CRYSTAL****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To make it possible to grow a silicon single crystal containing a large amount of an admixed impurity and especially having a large size in a non-dislocation state by using CZ method or FZ method.

**CONSTITUTION:** The amount of change of the lattice constant of a silicone single crystal increases in proportion to the absolute value of mutual size effect between an added impurity atom and a silicon atom. Dislocation of the growing single crystal is liable to occur in the case where the difference between the lattice constants of the growing single crystal and a

seed crystal, i.e., the lattice incommensurate coefficient is large. If a single crystal containing an impurity in an amount almost equal to that in the growing single crystal and free from dislocation is used as the seed crystal, the lattice constant of the seed crystal can be approximated by that of the growing crystal. Accordingly, the lattice incommensurate coefficient between the growing single crystal and the seed crystal is reduced and a silicon single crystal containing a large amount of an admixed impurity can be, therefore, grown in a non-dislocation state. The lattice incommensurate coefficient between the growing single crystal and the seed crystal is controlled to preferably  $\leq 0.01\%$ .

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-206583

(43) 公開日 平成7年(1995)8月8日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 15/36				
13/34				
29/06	5 0 2 F	8216-4G		
// H 0 1 L 21/208	P			
	M			

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平6-13203

(22) 出願日 平成6年(1994)1月11日

(71) 出願人 000184713

コマツ電子金属株式会社

神奈川県平塚市四之宮2612番地

(72) 発明者 鶴田 卓也

神奈川県平塚市四之宮2612 コマツ電子金属株式会社内

(72) 発明者 今井 正人

神奈川県平塚市四之宮2612 コマツ電子金属株式会社内

(54) 【発明の名称】 不純物添加シリコン単結晶の育成方法

(57) 【要約】

【目的】 C Z 法または F Z 法を用いて不純物添加量の多いシリコン単結晶、特に大口径のシリコン単結晶を無転位の状態で育成することができるようにする。

【構成】 添加する不純物の原子とシリコン原子との相互サイズ効果の絶対値が大きいほど、シリコン単結晶の格子定数の変化量が大きくなる。そして、育成単結晶と種結晶との格子定数の差すなわち格子不整合率が大きい場合に、育成単結晶に転位が発生しやすい。そこで、育成しようとする単結晶と同程度の濃度の不純物を含む無転位単結晶を種結晶として用いることにより、種結晶の格子定数を育成単結晶の格子定数に近似させることができるので、育成単結晶と種結晶との格子不整合率が小さくなり、高濃度の不純物を添加したシリコン単結晶を無転位の状態で育成することができる。育成単結晶と種結晶との格子不整合率は 0.01% 以下とすることが望ましい。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 チョクラスキー法またはフローティングゾーン法による不純物添加シリコン単結晶の育成において、育成する単結晶と同程度の濃度の不純物を含む無転位単結晶を種結晶として用い、前記育成単結晶と種結晶との格子不整合率を小さくすることにより、無転位単結晶を得ることを特徴とする不純物添加シリコン単結晶の育成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、不純物添加シリコン単結晶の育成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体素子の基板には主としてシリコン単結晶が用いられているが、前記単結晶の育成方法としてチョコラルスキー法（以下CZ法という）やフローティングゾーン法（以下FZ法という）が知られている。CZ法では、るつぼに入れた原料多結晶を抵抗加熱または高周波誘導加熱などによって融液とし、この融液に種結晶を浸漬させてなじませた後、るつぼおよび種結晶を回転させつつ前記種結晶をゆっくり引き上げて円柱状の単結晶を成長させる。またFZ法は、原料多結晶棒と種結晶とを垂直に保持し、高周波誘導加熱コイルなどを用いて前記原料多結晶棒の一端を種結晶に融着した後、原料多結晶棒を回転させつつ前記加熱コイルを移動することにより帯域熔融させて単結晶化を行う。これらの方法は、いずれも種結晶と同一の結晶軸を持ったバルク結晶を育成するものである。そして、熔融原料に不純物を添加することによって、育成単結晶の電気的性質を制御することができる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記熔融原料に不純物を添加した場合、その添加量にほぼ比例して育成単結晶の格子定数が変化する。そして、育成する単結晶と種結晶との格子定数に差がある場合、すなわち育成単結晶と種結晶との格子不整合率が大きい場合には種結晶と育成単結晶との接合部に欠陥を生じ、単結晶の成長に伴って転位が発生しやすくなる。従って、不純物を含まない無転位のシリコン単結晶、あるいは不純物濃度の低い無転位のシリコン単結晶を種結晶として用いた場合、育成単結晶に添加される不純物量が多いほど種結晶と育成単結晶との格子不整合率が大きくなり、無転位単結晶の育成が困難になる。また、育成単結晶の直径が大きくなるほど前記欠陥が発達しやすい。本発明は上記従来の問題点に着目してなされたもので、CZ法またはFZ法を用いて不純物添加量の多いシリコン単結晶、特に高濃度の不純物を添加する大口径のシリコン単結晶を無転位の状態で育成することができると、不純物添加シリコン単結晶の育成方法を提供することを目的としている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明に係る不純物添加シリコン単結晶の育成方法は、CZ法またはFZ法による不純物添加シリコン単結晶の育成において、育成する単結晶と同程度の濃度の不純物を含む無転位単結晶を種結晶として用い、前記育成単結晶と種結晶との格子不整合率を小さくすることにより無転位単結晶を得る構成とした。

## 【0005】

- 10 【作用】 上記構成によれば、CZ法またはFZ法を用いて不純物添加量の多いシリコン単結晶を育成する場合に、育成単結晶と種結晶との格子不整合率が大きいと前記両者の接合部に欠陥が発生して無転位単結晶の成長を阻害する点に着目し、育成単結晶と種結晶との格子不整合率を小さくするため、育成単結晶と同程度の濃度の不純物を添加した無転位単結晶を種結晶として用いることにしたので、種結晶と育成単結晶との接合部における欠陥の発生が抑制される。従って、不純物を添加したシリコン単結晶、特に大口径のシリコン単結晶を無転位の状態で育成することができる。

## 【0006】

【実施例】 以下に、本発明に係る不純物添加シリコン単結晶の育成方法の実施例について説明する。育成する単結晶の格子定数を $L_c$ 、種結晶の格子定数を $L_s$ とすると、前記育成単結晶と種結晶との格子不整合率は次の算式で表すことができる。

$$\text{格子不整合率} = |(L_c - L_s) / L_s| \times 100 (\%)$$

- 30 【0007】 育成単結晶の電気的性質を制御する目的で原料であるシリコン多結晶に添加するIII, IV, V族元素のほとんどは置換型不純物で、その原子半径 $r_i$ と相互サイズ効果 $\epsilon$ は表1に示す通りである。相互サイズ効果 $\epsilon$ は、不純物の原子半径を $r_i$ 、シリコンの原子半径を $r_0$ としたとき、 $\epsilon = (r_i - r_0) / r_0$ で表される。前記相互サイズ効果 $\epsilon$ の絶対値が大きいほど不純物添加による格子定数の変化量が大きくなる。従って、不純物を含まないか、または低濃度の不純物を含む無転位のシリコン単結晶を種結晶として用いた場合、育成単結晶に添加される不純物量が多くなるほど育成単結晶と種結晶との格子不整合率が大きくなり、育成単結晶に転位の発生が起きやすい。しかし、育成する単結晶と同程度の濃度の不純物を含む無転位単結晶を種結晶として用いることにより、種結晶の格子定数を育成単結晶の格子定数に近似させることができるので、育成単結晶と種結晶との格子不整合率が小さくなり、高濃度の不純物を添加したシリコン単結晶を無転位の状態で育成することができる。

## 【0008】

## 【表1】

元素記号	原子半径 $r_i$ (Å)	相互サイズ 効果 $\epsilon$	元素記号	原子半径 $r_i$ (Å)	相互サイズ 効果 $\epsilon$
B	0.88	-0.25	P	1.10	-0.060
Al	1.26	0.077	As	1.18	0.009
Ga	1.26	0.077	Sb	1.36	0.16
In	1.44	0.23	Ge	1.22	0.043

【0009】不純物としてたとえばGeを添加した単結晶の育成に当たり、育成単結晶と種結晶との格子不整合率を0.01%以下に抑えた場合は、種結晶と育成単結晶との接合部における欠陥が起らず、転位も発生しなかった。しかし、前記格子不整合率が0.01%を超えた場合は育成単結晶に転位が発生した。従って、育成単結晶と種結晶との格子不整合率は0.01%以下とすることが望ましい。

【0010】本発明による単結晶の育成方法は、添加物としてp型半導体とするために添加する不純物であるBやGaなどのIII族元素、n型半導体とするために添加する不純物であるPやSbなどのV族元素、あるいはGeのようなIV族元素を添加したシリコン多結晶原料から無転位単結晶を育成する場合に適用することができる。\*

#### \*【0011】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、CZ法またはFZ法を用いて不純物添加量の多いシリコン単結晶、特に大口径のシリコン単結晶を育成する場合には、無転位単結晶の成長を阻害する原因が育成単結晶と種結晶との格子不整合率にある点に着目し、前記格子不整合率を小さくするため、育成しようとする単結晶と同程度の濃度の不純物を添加した無転位単結晶を種結晶として用いることにしたので、種結晶と育成単結晶との接合部における欠陥の発生が抑制される。従って、不純物を添加したシリコン単結晶、特に大口径のシリコン単結晶を無転位の状態で育成することができ、高品質のp型あるいはn型半導体単結晶の生産性を向上させることが可能となる。